

15.09.03



REC'D 23 SEP 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 35 646.7

Anmeldetag: 02. August 2002

Anmelder/Inhaber: Marconi Communications GmbH,
Backnang/DE

Bezeichnung: Fernmeldenetz und Verfahren zu dessen
Aufrüstung

IPC: H 04 L 12/28

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stremme

BEST AVAILABLE COPY

A 9161
06/00
EDV-L

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Fernmeldenetz und Verfahren zu dessen Aufrüstung

- 10 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Fernmelde-
netz mit einer Mehrzahl von Knoten und bidirektio-
nalen Datenleitungen, die sich zwischen je zwei
Knoten in Form von Gruppen von wenigstens zwei Lei-
tungen erstrecken, sowie ein Verfahren zum Aufrüs-
15 ten eines solchen Netzes.

- Derartige Netzstrukturen, bei denen besagte Gruppen
in der Regel aus genau zwei bidirektionalen Leitun-
gen bestehen, werden zur abgesicherten Datenüber-
tragung verwendet, wobei eine an einem gegebenen
20 Startknoten in das Netz eingespeiste Informations-
einheit in Form von zwei Exemplaren, im Folgenden
als Nutzexemplar bzw. Redundanzexemplar bezeichnet,
über verschiedene Leitungen an einen Zielknoten ü-
bertragen wird. Der Zielknoten empfängt bei unge-
25 störtem Betrieb des Netzes sowohl das Nutzexemplar
als auch das Redundanzexemplar, berücksichtigt aber
zur Weitergabe an ein angeschlossenes Endgerät nur
das Nutzexemplar; das Redundanzexemplar wird ver-
worfen. Nur wenn im Falle einer Störung das Nutzex-
30 emplar am Zielknoten nicht eintrifft, gibt dieser
das Redundanzexemplar an das Empfänger-Endgerät
weiter. So ist auch im Falle von Störungen einzel-

ner Datenleitungen ein praktisch unterbrechungs-
freier Übertragungsbetrieb gewährleistet.

Knoten eines derartigen Fernmeldenetzes umfassen
5 herkömmlicherweise eine Mehrzahl von auf Steckkar-
ten aufgebauten Schnittstellenschaltungen, eine
Vermittlungsmatrix und eine Steuereinheit. Eine
Funktion der Schnittstellenschaltungen ist der Emp-
fang eines Datenstroms von einer zugeordneten bidi-
10 rektionalen Datenleitung und dessen Zerlegung in
eine Mehrzahl von Kanälen, die von der Vermitt-
lungsmatrix unter der Kontrolle der Steuereinheit
an unterschiedliche Schnittstellenschaltungen wei-
tergeleitet werden, wobei diese wiederum eine Mehr-
15 zahl von von der Vermittlungsmatrix zugeführten Ka-
nälen zu einem auf einer zugeordneten bidirektiona-
len Datenleitung auszugebenden Datenstrom zusammen-
fügen. Schnittstellenschaltungen und Vermittlungs-
matrizen sind mit unterschiedlichen Leistungsfähig-
20 keiten, d.h. unterschiedlichen Zahlen von gleich-
zeitig verarbeitbaren Kanälen, verfügbar. So gibt
es z.B. bei einem Fernmeldenetz nach dem SDH-
Standard Schnittstellenschaltungen für je vier oder
16 und in Zukunft auch 64 im SDH-System als Contai-
25 ner bezeichnete Kanäle sowie entsprechende Vermitt-
lungsmatrizen.

Die fortwährend steigende Nachfrage nach Übertra-
gungskapazität in den Fernmeldenetzen macht einen
30 laufenden Ausbau der Netze erforderlich. Ein sol-
cher Ausbau darf zu keiner Unterbrechung des Daten-
verkehrs führen, und auch die Redundanz des Daten-
verkehrs soll während einer Ausbauoperation so weit
wie möglich gesichert sein.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein Fern-
meldenetz bzw. Teile eines Fernmeldenetzes sowie
ein Verfahren zum Aufrüsten eines Fernmeldenetzes
5 anzugeben, die einen einfachen und störungssicheren
Aufrüstvorgang ermöglichen.

Die Aufgabe wird zum einen gelöst durch einen Ab-
schnitt eines Fernmeldenetzes, der zwei Knoten und
10 eine Gruppe von wenigstens zwei sich zwischen den
zwei Knoten erstreckenden bidirektionalen Datenlei-
tungen umfasst, wobei

- 15 - wenigstens eine der Datenleitungen redundant
ist,
- jeder Knoten über eine Steuereinheit, wenigst-
ens eine Vermittlungsmatrix und eine Mehrzahl
von Schnittstellenschaltungen verfügt,
- 20 - jede Datenleitung mit jeweils einer Schnitt-
stellenschaltung der zwei Knoten verbunden
ist,
- jede Schnittstellenschaltung zum Übertragen
einer bestimmten Zahl von Kanälen zwischen der
Datenleitung und der Vermittlungsmatrix ausge-
25 legt ist,
- die Steuereinheit eines Knotens Zugriff auf
einen Konfigurationsdatensatz hat, der zu je-
der Zeit aktuell existierende Verbindungen
zwischen Kanälen der Schnittstellenschaltungen
30 über die Vermittlungsmatrix angibt, und
- die Steuereinheit eingerichtet ist, zu überwa-
chen, ob eine externe Bedingung vorliegt oder
nicht, und bei Nichtvorliegen der Bedingung
Änderungen am im Konfigurationsdatensatz ein-

getragenen Verbindungen zuzulassen, und bei Vorliegen der Bedingung Änderungen an im Konfigurationsdatensatz eingetragenen Verbindungen zu sperren, die weitere Übertragung von Information über die Vermittlungseinheiten des Knotens aber zuzulassen.

Dabei ist die Redundanz wohlgedacht nicht so zu verstehen, dass jederzeit eine Leitung existieren müsste, auf der keine Nutzdaten übertragen werden. Es genügt, wenn jederzeit die Möglichkeit besteht, den vorhandenen Nutzdatenverkehr so auf die Leitungen zu verteilen, dass eine Leitung von Nutzdatenverkehr frei wird.

Durch gezieltes Herbeiführen der externen Bedingung kann man die Steuereinheit veranlassen, die im Konfigurationsdatensatz eingetragenen Verbindungen einzufrieren. In diesem „eingefrorenen“ Zustand ist es möglich, eine Schnittstellenschaltung, über welche die „eingefrorenen“ Verbindungen laufen, zu entfernen, eine neue, leistungsfähigere Schaltung an deren Stelle einzusetzen, wobei die im Konfigurationsdatensatz eingetragenen Verbindungen für diese Schnittstellenschaltung fortgelten, und anschließend durch Aufheben der externen Bedingung Aktualisierungen der eingetragenen Verbindungen entsprechend dem jeweiligen Bedarf wieder zuzulassen.

Die Datenleitungen zwischen den zwei Knoten können einen 1+1-Schutz oder einen 1:N-Schutz aufweisen. In ersterem Fall sendet ein erster der zwei Knoten von jeder an den zweiten Knoten zu übertragenden

Informationseinheit ein Nutzexemplar und ein Redundanzexemplar auf jeweils verschiedenen Leitungen der Gruppe, so dass der zweite Knoten im Regelfall von den zwei empfangenen Exemplaren nur eins berücksichtigt. Dies erlaubt im Falle einer Störung beim Empfang des Nutzexemplars den sofortigen, unterbrechungsfreien Rückgriff auf das Redundanzexemplar. Im letzteren Fall dient von insgesamt $N+1$ -Leitungen ($N=1, 2, 3 \dots$) eine als Reserve, die bei Ausfall einer der N Nutzdaten übertragenden Leitungen als Ersatz für diese zur Verfügung steht. Bei dieser Ausgestaltung kann sich im Vergleich zu 1+1-Schutz der Übergang auf die Reserveleitung geringfügig verzögern, weil bei einer Störung der Empfänger den Senderknoten zunächst auffordern muss, auf die Reserveleitung zu wechseln; vorteilhaft ist jedoch die im Vergleich zu 1+1-Schutz effektivere Nutzung der Leitungen, einerseits aufgrund der Möglichkeit, eine große Zahl N von Leitungen über eine Reserveleitung abzusichern, andererseits, weil bei störungsfreiem Betrieb die Reserveleitung zur Übertragung von Datenverkehr niedriger Priorität brauchbar ist.

Vorzugsweise ist die externe Bedingung so gewählt, dass sie jeweils für jede einzelne Schnittstellenschaltung eines Knotens unabhängig von dessen anderen Schnittstellenschaltungen erfüllt oder nicht erfüllt sein kann, und die Steuereinheit ist eingerichtet, bei Erfülltsein der Bedingung für eine der Schnittstellenschaltungen nur diejenigen Verbindungen im Konfigurationsdatensatz einzufrieren, die über die Schnittstellenschaltung laufen, für die die Bedingung erfüllt ist. Dies ist insbesondere

bei einem Knoten zweckmäßig, der eine Mehrzahl von mit jeweils verschiedenen anderen Knoten verbundenen Schnittstellenschaltungen aufweist, da so von dem Einfrieren nur Verbindungen einer tatsächlich auszutauschenden Schnittstellenschaltung betroffen sind, während die Funktionsweise der restlichen Schnittstellenschaltungen unverändert bleibt. Die mit dem Einfrieren verbundene Beeinträchtigung beschränkt sich somit auf eine einzelne Datenleitung zwischen zwei Knoten; die Datenkommunikation dieser zwei Knoten mit dritten Knoten bleibt unbeeinflusst.

Vorzugsweise gibt der Konfigurationsdatensatz ferner für jede Schnittstellenschaltung des Knotens die Zahl der von ihr unterstützten Kanäle an.

Vorzugsweise ist die externe Bedingung eine Diskrepanz zwischen der in dem Konfigurationsdatensatz eingetragenen Zahl der Kanäle, die eine Schnittstellenschaltung zu verarbeiten in der Lage ist, und der tatsächlichen Zahl dieser Kanäle. Dies ermöglicht es, die externe Bedingung zum Einfrieren der Verbindungen einfach dadurch herbeizuführen, dass noch vor dem körperlichen Austausch einer Schnittstellenschaltung gegen eine neue die Kanalzahl der neuen Schaltung in den Konfigurationsdatensatz eingetragen wird. Dann ist nämlich, sobald die neue Schaltung eingesetzt ist, die externe Bedingung automatisch nicht mehr erfüllt, und ein spezieller Arbeitsschritt zum Aufheben der Bedingung erübrigt sich.

Vorzugsweise ist der Knoten eingerichtet, um nach Erfassen des Eintritts der Bedingung, also insbesondere nach Änderung der im Konfigurationsdatensatz eingetragenen Kanalzahl, erst auf Eingang eines externen Befehls hin zu überprüfen, ob die Bedingung weiterhin erfüllt ist, und bei Nichterfülltsein der Bedingung die Sperrung aufzuheben. Bei einer solchen Ausgestaltung werden die eingefrorenen Verbindungen nicht automatisch nach Austausch der Schnittstellenschaltung wieder „aufgetaut“, sondern es wird ein diesbezüglicher Befehl des Benutzers abgewartet, so dass der Benutzer vor Wiederaufnahme des normalen Betriebs gegebenenfalls Zeit hat, weitere Maßnahmen oder Überprüfungen durchzuführen. Da nicht einfach ein unbedingter Befehl zum „Wiederauftauen“ der Verbindungen gegeben wird, sondern ein Befehl zum Überprüfen der Bedingung, werden eventuelle Fehler erkannt, die beim Austausch der Schnittstellenschaltung aufgetreten sein können, und im Falle eines solchen Fehlers bleiben die Verbindungen eingefroren.

Ein Verfahren zum Aufrüsten des oben erwähnten Fernmeldenetzabschnitts umfasst vorzugsweise die Schritte

a) Festlegen einer Datenleitung der Gruppe als nicht für die Nutzdatenübertragung genutzte Leitung, sei es als Träger von Redundanzexemplaren von zu übertragenden Informationseinheiten bei 1+1-Schutz oder als Reserveleitung bei 1:N-Schutz ($N = 1, 2, 3, \dots$);

b) Herstellen der externen Bedingung;

c) Austausch der an die ausgewählte Leitung angeschlossenen Schnittstellenschaltungen.

5 Diese Schritte werden so oft wiederholt, bis alle
mit Datenleitungen der Gruppe verbundenen Schnitt-
stellenschaltungen ausgetauscht sind. Dann wird die
externe Bedingung wieder aufgehoben, wobei diese
Aufhebung, wie oben bereits erwähnt, eine automati-
10 sche Konsequenz des Austausches sein kann, indem
eine zuvor gezielt hergestellte Diskrepanz zwischen
der in einem Konfigurationsdatensatz genannten Ka-
nalzahl der auszutauschenden Schnittstellenschal-
tung und deren tatsächlicher Kanalzahl durch den
15 Austausch dieser Schaltung beseitigt wird.

Indem zunächst eine Datenleitung der Gruppe als
Träger von Redundanzexemplaren festgelegt und an-
schließend der Austausch der Schnittstellenschal-
20 tungen an dieser Datenleitung vorgenommen wird, ist
sichergestellt, dass die bei einem solchen Aus-
tausch unvermeidliche Unterbrechung des Datenver-
kehrs keine Nutzdaten betrifft, sondern lediglich
Redundanzdaten, die bei ordnungsgemäßem Funktionie-
25 ren des Fernmeldenetzes an ihren Zielknoten ohnehin
nicht berücksichtigt werden. Das heißt, während des
Austauschs einer Schnittstellenschaltung kommt es
nicht zu einer Unterbrechung des Datenverkehrs,
sondern lediglich zu einem zeitweiligen Fortfall
30 von dessen Redundanz.

Vor dem Austausch einer Schnittstellenschaltung
kann es erforderlich sein, die Vermittlungsmatrix
des betreffenden Knotens durch eine leistungsfähi-

gere zu ersetzen. Bei einem Knoten mit wenigstens zwei Vermittlungsmatrizen wird in diesem Fall eine Unterbrechung des Datenverkehrs vermieden, indem vorab die auszutauschende Vermittlungsmatrix als
5 Vermittlungsmatrix für die Redundanzexemplare der zu übertragenden Informationseinheiten festgelegt wird.

Das oben beschriebene Verfahren ist ohne weiteres
10 anwendbar bei einem Fernmeldenetz, in welchem in der Gruppe von bidirektionalen Datenleitungen, die zwei Knoten miteinander verbinden, sowohl die Nutzexemplare als auch die Redundanzexemplare von zwischen diesen Knoten zu übertragenden Informations-
15 einheiten befördert werden. An sich sind gegenüber derartigen Netzen Netzstrukturen bevorzugt, bei denen eine Vielzahl Knoten durch Gruppen von bidirektionalen Datenleitungen zu einem Ring verbunden ist, da sie es ermöglichen, Nutzexemplare und Re-
20 dundanzexemplare einer zu übertragenden Informationseinheit vom Startknoten zum Zielknoten auf dem Ring mit unterschiedlichen Umlaufrichtungen zu übertragen, so dass auch die Unterbrechung einer ganzen Gruppe von Datenleitungen zwischen zwei Kno-
25 ten oder eine Störung eines Knotens zwischen Start- und Zielknoten das Eintreffen der Informationseinheit am Zielknoten - in Form des Nutzexemplars oder des Redundanzexemplars - nicht verhindert. Um das erfindungsgemäße Aufrüstverfahren auch in solchen
30 letzten Netzstrukturen anwendbar zu machen, ist bevorzugt, derartige Netze vor dem Durchführen der oben angegebenen Schritte a) bis c) von dem Betriebsmodus, in dem Nutzexemplare und Redundanzexemplare der zu übertragenden Information in unter-

schiedliche Richtungen auf dem Ring übertragen werden, in einen Modus umzuschalten, in dem die Nutz- und Redundanzexemplare in gleicher Richtung umlaufen, dann die Schritte a) bis c) auszuführen und
5 nach Austausch der Schnittstellenmodule wieder in den ursprünglichen Modus mit gegenläufigen Umlaufrichtungen zurückzuschalten.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben
10 sich aus den nachfolgenden Beschreibungen von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf beigefügten Figuren. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Abschnitts eines Fernmeldenetzes, an dem
15 die Erfindung anwendbar ist;

Fig. 2 ein detaillierteres Blockdiagramm eines Knotens des Netzabschnitts aus Fig. 1 in
20 einem Anfangsstadium eines Ausbaurvorgangs;

Fig. 3 den Knoten aus Fig. 1 nach Erweiterung der Vermittlungsmatrix;

25 Fig. 4 den Knoten aus Fig. 3 nach Entfernen einer Schnittstellenschaltung;

Fig. 5 den Knoten nach Ersetzen der entfernten Schnittstellenschaltung durch eine leistungsfähigere Schaltung;
30

Fig. 6 schematisch den Ablauf der Ausbauschritte
und der begleitend vorgenommenen Änderungen
am Konfigurationsdatensatz;

5 Fig. 7 einen Bereich eines Fernmeldenetzes mit
in einer Ringstruktur miteinander verbundenen
Knoten; und

10 Fig. 8 eine Konfiguration der Ringstruktur, die
die Anwendung des erfindungsgemäßen Auf-
rüstungsverfahrens ermöglicht.

Fig. 1 zeigt eine stark schematisierte Darstellung
eines Teils eines Fernmeldenetzes mit zwei Knoten
15 1, 2, die über eine Gruppe aus zwei bidirektionalen
Datenleitungen 3, 4 direkt, d. h. ohne dazwischen-
liegende weitere Knoten, miteinander verbunden sind.
Weitere Anschlüsse 5 verbinden die Knoten 1, 2 mit
nicht gezeigten anderen Knoten oder mit Fernmelde-
20 Endgeräten.

Der Knoten 1 erzeugt von jeder Informationseinheit,
die ein an ihn angeschlossenes Sender-Endgerät in
ihn einspeist und die für ein an den Knoten 2 ange-
25 schlossenes Empfänger-Endgerät bestimmt ist, zwei
Exemplare, als Nutzexemplar bzw. Redundanzexemplar
bezeichnet, die auf den unterschiedlichen Datenlei-
tungen 3, 4 zum Knoten 2 befördert werden. Solange
das Netz störungsfrei arbeitet, ignoriert der Kno-
30 ten 2 das Redundanzexemplar und gibt nur das Nutz-
exemplar an das Empfänger-Endgerät weiter; wenn in-
folge einer Störung, etwa einer Unterbrechung der
Leitung 3, das Nutzexemplar nicht eintrifft, schal-
tet der Knoten 2 intern um und gibt das Redundanz-

exemplar an das Empfängerendgerät weiter. Dieses empfängt so trotz der Störung einen vollständigen Datenstrom.

- 5 Fig. 2 zeigt schematisch den inneren Aufbau des Knotens 1. Der Knoten 2 hat denselben Aufbau. Der Knoten 1 umfasst zwei identische Vermittlungsmatrizen 8, 9 mit im hier dargestellten Beispiel je 16 Ein- und Ausgängen. Unter der Kontrolle einer Steuereinheit 10 sind Verbindungen zwischen beliebigen der Ein- und Ausgänge herstellbar. Die Ein- und Ausgänge der Matrizen 8, 9 sind jeweils paarweise mit einer Eingangs- bzw. Ausgangsschnittstellenschaltung 6-1, 6-2, ..., 6-4 bzw. 7-1, 7-2, ..., 7-4 verbunden. Die Eingangsschnittstellenschaltungen 6-1, 6-2 empfangen über die Datenleitungen 3, 4 Daten von dem anderen Knoten 2; die Ausgangsschnittstellenschaltungen 7-1, 7-2 senden Daten an den Knoten 2 über die Leitungen 3, 4. Andere Eingangs- und Ausgangsschnittstellenschaltungen 6-3, 6-4 bzw. 7-3, 7-4 sind über die Leitungen 5 mit weiteren Knoten des Netzwerks oder mit lokal an den Knoten 1 angeschlossenen Datenquellen bzw. Senken verbunden.
- 25 Unter normalen Betriebsbedingungen empfängt der Knoten 1 von jeder Informationseinheit, die der Knoten 2 an ihn sendet, ein Nutz- und ein Redundanzexemplar über die Eingangsschnittstellenschaltungen 6-1, 6-2. Beide erreichen jeweils einen Eingang der Vermittlungsmatrix 8 und der Vermittlungsmatrix 9.

Eine Steuereinheit 10 steuert die beiden Matrizen 8, 9 so, dass nur für das Nutzexemplar eine Verbin-

dung zu zwei Ausgängen der Matrix 8 bzw. 9 geschaltet wird; das Redundanzexemplar bleibt unverbunden. Nur im Falle eines Ausbleibens des Nutzexemplars steuert die Steuereinheit die Verbindungen in den Matrizen 8, 9 so um, dass das Redundanzexemplar mit den gleichen Ausgängen verbunden wird wie zuvor das Nutzexemplar. An die zwei Ausgänge sind jeweils Ausgangsschnittstellenschaltungen angeschlossen, deren Leitungen jeweils zu einem gleichen weiteren Knoten des Netzes oder einer gleichen Datensenkke führen.

Einander entsprechende Ausgänge der zwei Matrizen 8, 9 sind jeweils an eine gleiche Ausgangsschnittstellenschaltung 7-1, ..., 7-4 angeschlossen. Bei korrektem Funktionieren beider Matrizen 8, 9 treffen somit von beiden Matrizen identische Informationseinheiten an den Ausgangsschnittstellenschaltungen 7-1, 7-2 ein. Diese verfügen über einen Auswahlwechsler, der jeweils nur von einer der zwei Matrizen 8, 9 Informationseinheiten zu der Leitung 3 bzw. 4 durchlässt, und im Falle einer Störung dieser Matrix auf die jeweils andere Matrix 9 bzw. 8 umschaltet.

Jede Schnittstellenschaltung 6-1, ..., 7-4 verarbeitet eine festgelegte Zahl von Kanälen. In der Darstellung der Fig. 2 sind es jeweils vier Kanäle, symbolisiert durch jeweils vier Linien, die jede der Schnittstellenschaltungen mit der Matrix 8 und der Matrix 9 verbinden. Es liegt jedoch auf der Hand, dass eine beliebige andere (gerade) Zahl von Kanälen ebenso möglich wäre.

Die Zahl der Ein- und Ausgänge der Vermittlungsmat-
rizen 8, 9 entspricht hier der Gesamtzahl der Kanä-
le der Schnittstellenschaltungen 6-1 bis 7-4. Wenn
eine Schnittstellenschaltung durch eine leistungs-
fähigere ersetzt würde, wäre es nicht ohne weiteres
möglich, diese auch zu nutzen, da einer vergrößerten
Zahl von von der Schnittstellenschaltung verar-
beitbaren Kanälen keine freien Ein-/Ausgänge der
Vermittlungsmatrizen 8, 9 gegenüberstehen.

Ein erster Schritt eines Verfahrens zum Vergrößern
der Kapazität des Knotens 1 ohne Unterbrechung von
dessen Betrieb besteht daher im Austauschen der
Vermittlungsmatrizen 8, 9. Zu diesem Zweck wird zu-
nächst von einer (nicht dargestellten) zentralen
Einheit, die außerhalb des Knotens 1 liegen kann,
ein Befehl an die Steuereinheit 10 gesendet, die
Auswahlschalter aller Ausgangsschnittstellenschal-
tungen 7-1, ..., 7-4 mit der Matrix 9 zu verbinden.

Wenn diese Umschaltung geschehen ist, geht durch
einen anschließenden Ausbau der Matrix 8 nur die
Redundanz innerhalb des Knotens verloren, es kommt
aber zu keiner Unterbrechung des Nutzdatenverkehrs.

Nach Austausch der Vermittlungsmatrix 8 gegen eine
neue Matrix 8' mit einer größeren Zahl von Ein-
/Ausgängen wird durch einen erneuten Befehl an die
Steuereinheit 10 die Auswahlschalter aller Aus-
gangsschnittstellenschaltungen 7-1, ..., 7-4 auf
die Matrix 8', und die Matrix 9 kann in gleicher
Weise ersetzt werden.

Fig. 3 zeigt den resultierenden Zustand des Knotens 1, wobei der Übersichtlichkeit halber die anstelle der Matrix 9 eingesetzte Matrix nicht gezeigt ist. Die Matrix 8' hat hier 64 Ein-/Ausgänge, von denen nur ein Viertel von den Schnittstellenschaltungen 6-1, ... 7-4 genutzt wird.

Der Steuereinheit 10 ist ein Konfigurationsregister 11 zugeordnet, das diverse Informationen über die Struktur des Knotens 1 sowie ein fortlaufend aktualisiertes Verzeichnis der in den Vermittlungsmatrizen geschalteten Verbindungen enthält. Das Konfigurationsregister 11 dient der Steuereinheit 10 u.a. zur Erkennung von Funktionsstörungen oder von fehlerhaft gesetzten Betriebsparametern des Knotens 1. Zu den im Konfigurationsregister eingetragenen Betriebsparametern gehört u.a. die Zahl der Kanäle, die jede Schnittstellenschaltung 6-1, ... 7-4 zu verarbeiten in der Lage ist. Diese Kanalzahl kann durch einen von außen an die Steuereinheit 10 gesendeten Befehl gesetzt werden; die Steuereinheit 10 ist aber auch in der Lage, die von einer Schnittstellenschaltung verarbeitbare Kanalzahl bei dieser abzufragen oder zu messen. Wenn die Steuereinheit 10 eine Diskrepanz zwischen einer im Register 11 eingetragenen und einer tatsächlichen Kanalzahl einer Schnittstellenschaltung wie etwa der Schaltung 6-1 erkennt, reagiert sie darauf einerseits durch Erzeugen einer Fehlernachricht und andererseits durch „Einfrieren“ der betroffenen Verbindungen, d.h. durch Blockieren sämtlicher Änderungen von in der Vermittlungsmatrix 8' hergestellten Verbindungen, die über die betroffene Schnittstellenschaltung 6-1 laufen.

Der vordergründige Sinn dieser Maßnahme ist, das Entstehen von neuen Verbindungen über eine Schnittstellenschaltung zu verhindern, die vermutlich
5 falsch konfiguriert ist und daher möglicherweise nicht in der Lage ist, die über diese Verbindung zu übertragenden Daten korrekt zu verarbeiten. Vor Erkennung des Fehlers existierende Verbindungen bleiben jedoch bestehen, da es, wenn diese korrekt ar-
10 beiten, nicht wünschenswert ist, sie zu unterbrechen, und, wenn sie nicht korrekt arbeiten, mit ihrem Bestehenlassen zumindest keine Beeinträchtigung der Übertragungsqualität verbunden ist.

15 Diese Arbeitsweise der Steuereinheit 10 und der Schnittstellenschaltungen 6-1, ..., 7-4 wird erfindungsgemäß zum Aufrüsten der Schnittstellenschaltungen ausgenutzt, indem für ein auszutauschendes Paar von Schnittstellenschaltungen, hier die mit
20 der Leitung 3 verbundenen Schaltungen 6-1, 7-1, nach Umschalten des gesamten Nutzdatenverkehrs zwischen dem betrachteten Knoten 1 und dem mit ihm über die Leitungen 3, 4 verbundenen Knoten 2 auf die mit der Leitung 4 verbundenen Schnittstellenschaltungen 6-2, 7-2 eine Anweisung an die Steuereinheit
25 10 gesendet wird, die im Konfigurationsregister 11 eingetragene maximale Kanalzahl der Schaltungen 6-1, 7-1 durch die von Schaltungen 6-1', 7-1' zu ersetzen, die anstelle der Schaltungen 6-1, 7-1 eingebaut werden sollen. Die Steuereinheit 10 erkennt
30 die Diskrepanz zwischen dem im Register 11 eingetragenen Wert und der tatsächlichen Kapazität der Schaltungen 6-1, 7-1, erzeugt eine Fehlerwarnung und friert existierende über die Leitung 3 laufende

Verbindungen ein. Die Schaltungen 6-1, 7-1 können nun ausgebaut werden, wie in Fig. 4 durch gestrichelten Umriss dargestellt, ohne dass dies zum Löschen der über die Schaltungen 6-1, 7-1 verlaufenden Verbindungen führt, so wie dies herkömmlicherweise bei Ausbau oder Versagen einer Schnittstellenschaltung der Fall wäre.

Die ausgebauten Schaltungen 6-1, 7-1 werden durch Schaltungen 6-1', 7-1' höherer, in Fig. 5 vierfacher Kapazität ersetzt. Für diese Schaltungen 6-1', 7-1' stimmt die in das Konfigurationsregister 11 eingetragene Zahl von verarbeitbaren Kanälen mit der realen Situation überein, wodurch die Bedingung wegfällt, die zum Einfrieren der Verbindungen geführt hatte.

Wenn die Steuereinheit 10 von sich aus automatisch regelmäßig einen Abgleich der eingetragenen mit der tatsächlichen Kanalzahl durchführt, so führt der Fortfall der Bedingung automatisch dazu, dass die Einheit 10 Änderungen der Verbindungen, an denen die Schnittstellenschaltungen 6-1', 7-1' beteiligt sind, wieder zulässt. Es kann aber auch vorgesehen werden, dass die Steuereinheit einen solchen Vergleich nur bei Empfang eines diesbezüglichen Befehls durchführt. In diesem Fall steht der Zeitpunkt, an dem der Knoten einen Normalbetrieb nach Aufrüstung wieder aufnimmt, unter Kontrolle eines Benutzers, der einen solchen Befehl durch eine außerhalb des Knotens angesiedelte zentrale Steuereinheit senden lässt.

Nach erfolgtem Austausch der mit der Leitung 3 verbundenen Schnittstellenschaltungen 6-1, 7-1 wird als nächstes der Nutzdatenverkehr von der Eingangsschnittstellenschaltung 6-2 auf die Schaltung 6-1' und von der Ausgangsschnittstellenschaltung 7-2 auf die Schaltung 7-1' verlagert, so dass die Leitung 4 nur Redundanzdaten führt. Dann wird die im Konfigurationsregister 11 eingetragene maximale Kanalzahl der Schnittstellenschaltungen 6-2 und 7-2 heraufgesetzt, so dass die Steuereinheit 10 wiederum eine Diskrepanz von gemeldeter und tatsächlicher Kanalzahl feststellt und Änderungen an den über die Leitung 4 laufenden Verbindungen der Vermittlungsmatrix 8' sperrt. Nun können die in Fig. 5 gestrichelt dargestellten Schaltungen 6-2, 7-2 so wie oben für die Schaltungen 6-1, 7-1 beschrieben ausgetauscht werden.

Es versteht sich, dass die oben als getrennte Einheiten aufgefassten Ein- und Ausgangsschnittstellen jeweils paarweise zu einer Baueinheit zusammengefasst sein können, so dass sie auch jeweils nur zu zweit austauschbar sind.

Die gleichen Schritte werden auch am Knoten 2 vorgenommen, so dass schließlich an beiden Enden der Leitungen 3, 4 leistungsfähigere Schnittstellenschaltungen vorhanden sind, die einen Betrieb der Leitungen mit höherer Rate bzw. höherem Multiplex erlauben.

Fig. 6 zeigt in Form von Diagrammen die einzelnen Schritte, die beim Austausch der durch die Leitungen 3, 4 verbundenen Schnittstellenschaltungen an

den Knoten 1, 2 durchzuführen sind. In Fig. 6 sind die Knoten 1, 2 als Rechtecke dargestellt, wobei jedes der darin eingezeichneten kleineren Rechtecke 13, 14, 23, 24 jeweils eine bidirektionale Schnittstelle bezeichnet, die durch die im Knoten 1 bzw. 2 mit der Leitung 3 bzw. 4 verbundenen Eingangs- und Ausgangsschnittstellenschaltungen gebildet ist. Beschriftungen n1, n2 in den Rechtecken der Schaltungen 13, 14, 23, 24 geben die Zahl der im Konfigurationsregister 11 für die betreffende bidirektionale Schnittstelle eingetragenen Kanäle an. In Fig. 6a beträgt diese Zahl für alle Schnittstellen n1. Die Steuereinheiten der Knoten 1, 2 haben auf einen Befehl des Benutzers hin den Nutzdatenverkehr auf die Schnittstellen 13, 23 und die zwischen ihnen verlaufende Datenleitung 3 konzentriert, der Redundanzdatenverkehr läuft über die Schnittstellen 14, 24 und die diese verbindende Datenleitung 4. Die Art der Darstellung der Datenleitungen 3, 4, durchgezogen bzw. gestrichelt, gibt in allen Teilen von Fig. 6 die Eigenschaft der Datenleitungen 3, 4 an, Träger von Nutz- oder Redundanzdatenverkehr zu sein.

Fig. 6b zeigt die Konfiguration der zwei Knoten, nachdem der Knoten 1 einen Befehl zum Ändern der im Konfigurationsregister 11 verzeichneten Kanalzahl für die Schnittstellen 13, 14 auf einen neuen Wert n2 empfangen und ausgeführt hat. Die Steuerschaltung des Knotens 1 erkennt einen Fehler, symbolisiert durch die Kursivdarstellung der Kanalzahlen n2, so dass Verbindungen über den Knoten 1 und die Leitungen 3, 4 weder auf- noch abgebaut werden können.

Eine entsprechende Änderung wird auch im Konfigurationsregister des Knotens 2 vorgenommen, so dass auch dieser einen Konfigurationsfehler registriert, dargestellt durch die kursive Beschriftung der Schnittstellen 23, 24 in Fig. 6c.

Im nächsten Schritt werden die Schnittstellen 14 des Knotens 1 und 24 des Knotens 2, über die kein Nutzdatenverkehr läuft, jeweils durch eine größere Schnittstelle 14', 24' mit der Kanalzahl n2 ersetzt. Sobald die Knoten 1, 2 aus eigener Initiative oder weil sie einen diesbezüglichen Befehl empfangen haben, die Verarbeitungskapazität der ausgetauschten Schnittstellen 14', 24' mit der im Konfigurationsregister 11 verzeichneten vergleichen, stellen sie fest, dass keine Diskrepanz mehr gegeben ist, und löschen die Fehlermeldung, dargestellt durch die wieder in normaler Type erscheinende Beschriftung der Schnittstellen 14' und 24' in Fig. 6d. Damit sind die an der Datenleitung 4 liegenden Schnittstellen aufgerüstet, und im nächsten Schritt wird der Nutzdatenverkehr auf diese umgeschaltet, dargestellt durch eine durchgezogene Linie 4 in Fig. 6e.

Da nun die Schnittstellen 13, 23 keine Nutzdaten mehr führen, können nun auch sie gegen Schnittstellen 13', 23' mit n2 Kanälen ausgetauscht werden, so dass auch für sie der im Konfigurationsregister eingetragene Wert der maximale Kanalzahl wieder mit der Realität übereinstimmt (Fig. 6f). Die Festlegung des Nutzdatenverkehrs auf eine der zwei Leitungen 3, 4 kann nun wieder aufgehoben werden, wo-

mit der Prozess des Austauschs der Schnittstellenschaltungen beendet ist.

Da infolge des Einfrierens der Verbindungen in den Vermittlungsmatrizen während der Dauer der Abweichung zwischen tatsächlicher und in dem Konfigurationsregister 11 verzeichneter Kanalzahl die existierenden Verbindungen in der Vermittlungsmatrix auch dann geschaltet bleiben, wenn eine der Schnittstellenschaltungen, über die sie normalerweise laufen, ausgebaut ist, kann unmittelbar nach dem Einbau einer neuen Schnittstellenschaltung der Datenverkehr über diese unter Weiterführung der alten Verbindungen wieder aufgenommen werden. Die Redundanz des Fernmeldenetzes ist somit nur während des kurzen Zeitraums beeinträchtigt, in welchem eine Schnittstellenschaltung tatsächlich fehlt. Sobald eine neue Schnittstellenschaltung eingebaut ist, ist auch die Redundanz in vollem Umfange wieder hergestellt.

Bei der bisherigen Beschreibung der Ausführungsbeispiele wurde ein 1+1-Schutz der Übertragung auf den Leitungen 3, 4 angenommen. Beim 1:N-Schutzmechanismus wird von insgesamt N+1-Leitungen eine als Reserveleitung festgelegt, auf der unter normalen Betriebsbedingungen Leerdaten oder Daten niedriger Priorität übertragen werden, deren Übertragung bei Bedarf unterbrochen werden darf. Wenn der Daten empfangende Knoten eine Störung einer Nutzdaten übertragenden Leitung erkennt, informiert er hierüber den Senderknoten, der daraufhin die Übertragung von der gestörten Leitung auf die Reserveleitung umschaltet.

Fig. 7 zeigt einen Bereich eines Netzwerks mit einer Anzahl von Knoten, hier vier Stück, die über jeweils paarweise zwischen ihnen verlaufende Datenleitungen 3, 4 zu einer Ringstruktur verbunden sind. Bei einer solchen Ringstruktur ist es vorteilhaft, einen 1+1-Schutzmechanismus so einzurichten, dass Nutz- und Redundanzexemplare von Informationseinheiten, die von einem Endgerät über einen Anschluss 5 am Knoten 1 in das Netz eingespeist werden und für den Knoten 2 bestimmt sind, an diesen mit unterschiedlichen Umlaufrichtungen (dargestellt durch Pfeile im Knoten 1) auf den Leitungen 3 bzw. 4 des Rings übertragen werden, wobei dann z.B. das Redundanzexemplar auf dem inneren Ring 3 übertragen und im Knoten 2 verworfen wird, während das auf dem äußeren Ring 4 zirkulierende Nutzexemplar an einen Anschluss 5 des Knotens 2 ausgegeben wird.

20 In analoger Weise lässt sich 1:1- oder 1:N-Schutz zwischen den Knoten 1, 2 implementieren, wenn im Falle einer Störung auf einem Abschnitt der Ringleitung 3, 4 die jeweils zum gestörten Abschnitt komplementären Abschnitte derselben oder einer anderen Leitung als Reserveleitung genutzt werden.

30 Dies führt zu einem höheren Maß an Ausfallsicherheit des Netzes verglichen mit einer Betriebsweise, bei der Nutz- und Redundanzexemplare einer Informationseinheit gleichsinnig auf dem Ring zirkulieren. Wie man leicht sieht, wäre bei gleichsinniger Zirkulation im Falle einer Unterbrechung der die Knoten 1, 2 direkt verbindenden Leitungen 3, 4 keine

Übertragung zwischen den Knoten mehr möglich, während bei gegensinniger Zirkulation das Redundanzexemplar den Knoten 2 erreicht und an ein Empfängerendgerät am Anschluss 5 ausgegeben werden kann.

5

Die Aufrüstung eines solcherart betriebenen ringförmigen Netzes ist ungleich schwieriger als der oben mit Bezug auf Fig. 1 betrachtete Fall, da zeitlich überschneidend Aufrüstungen in einer Mehrzahl von Knoten des Rings notwendig werden, gleichzeitige Unterbrechungen an mehreren Stellen aber zu einer vollständigen Übertragungsunterbrechung führen können, die unter allen Umständen vermieden werden muss.

15

Dieses Problem lässt sich jedoch lösen, indem die Funktionsweise des Rings der Fig. 7 zeitweilig auf ein gleichsinniges Ausbreitungsmuster für Nutz- und Redundanzexemplare der Informationseinheiten umgeschaltet wird, wie in Fig. 8 angedeutet. Bei einer solchen Betriebsweise zerfällt der Ring in vier Bereiche des in Fig. 1 gezeigten Typs, die jeweils einzeln aufgerüstet werden können, ohne Wechselwirkungen mit den anderen berücksichtigen zu müssen.

25

Patentansprüche

1. Abschnitt eines Fernmeldenetzes, der zwei Knoten (1, 2) und eine Gruppe von wenigstens zwei
5 bidirektionalen Datenleitungen (3, 4), die sich zwischen den zwei Knoten (1, 2) erstrecken, umfasst, wobei
 - wenigstens eine der Datenleitungen (3, 4)
10 redundant ist,
 - jeder Knoten (1, 2) über eine Steuereinheit (10), wenigstens eine Vermittlungsmatrix (8, 9) und eine Mehrzahl von
15 Schnittstellenschaltungen (6-1, ... 7-4) verfügt,
 - jede Datenleitung (3, 4) mit jeweils einer Schnittstellenschaltung (6-1, 6-2, 7-1, 7-2) der zwei Knoten (1, 2) verbunden
20 ist,
 - jede Schnittstellenschaltung (6-1, ..., 7-4) zum Übertragen einer bestimmten Zahl von Kanälen zwischen der Datenleitung (3, 4) und der Vermittlungsmatrix (8, 9) ausgelegt
25 ist,
 - die Steuereinheit (10) eines Knotens (1, 2) Zugriff auf einen Konfigurationsdatensatz hat, der zu jeder Zeit aktuell existierende Verbindungen zwischen Kanälen der Schnittstellenschaltungen (6-1, ...
30

7-4) über die Vermittlungsmatrix (8, 9) angibt, und

5 - die Steuereinheit eingerichtet ist, zu
überwachen, ob eine externe Bedingung
vorliegt oder nicht, und bei Nichtvorlie-
gen der Bedingung Änderungen am im Konfi-
gurationsdatensatz eingetragenen Verbin-
10 dungen zuzulassen, und bei Vorliegen der
Bedingung Änderungen an im Konfigurati-
onsdatensatz eingetragenen Verbindungen
zu sperren, die weitere Übertragung von
Information über die Vermittlungseinhei-
ten des Knotens aber zuzulassen.

15 2. Abschnitt nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, dass jeder Knoten (1, 2) ausgelegt
ist, von jeder an den zweiten Knoten zu sen-
denden Informationseinheit das Nutzexemplar
20 und wenigstens ein Redundanzexemplar an den
zweiten Knoten (2, 1) über verschiedene Daten-
leitungen (3; 4) der Gruppe zu senden und von
mehreren von dem zweiten Knoten (2; 1) über
die Datenleitungen der Gruppe (3, 4) empfange-
25 nen Exemplaren einer Informationseinheit je-
weils nur das Nutzexemplar zu berücksichtigen.

30 3. Abschnitt nach Anspruch 2, dadurch gekenn-
zeichnet, dass die Zahl der Datenleitungen (3,
4) in der Gruppe zwei ist.

4. Abschnitt nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, dass jeder Knoten (1, 2) ausgelegt
ist, im Falle einer Störung der Übertragung

des Nutzexemplars an den zweiten Knoten über die festgelegte Datenleitung (3;4) eine andere Datenleitung der Gruppe (4;3) festzulegen.

- 5 5. Abschnitt nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die externe Bedingung jeweils für jede einzelne Schnittstellenschaltung (6-1, ... 7-4) erfüllbar oder nicht erfüllbar ist und dass die
- 10 Steuereinheit (10) eingerichtet ist, bei Erfüllungsein der Bedingung für eine der Schnittstellenschaltungen (6-1) Änderungen nur der Verbindungen derjenigen Schnittstellenschaltung (6-1) zu sperren, für das die Bedingung
- 15 erfüllt ist.
6. Abschnitt nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (10) für jede Schnittstellenschaltung (6-1, ... 7-4) des Knotens wenigstens die Zahl der von ihr unterstützten Kanäle
- 20 angibt.
7. Abschnitt nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die externe Bedingung eine Diskrepanz zwischen der in dem Konfigurationsdatensatz eingetragenen Kanalzahl einer Schnittstellenschaltung und deren tatsächlicher Kanalzahl ist.
- 25
- 30 8. Abschnitt nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Knoten (1, 2) eingerichtet ist, die eingetragene Kanalzahl gemäß einem externen Befehl zu ändern.

- 5 9. Abschnitt nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Knoten (1, 2) eingerichtet ist, nach Erfassen des Vorliegens der Bedingung auf externen Befehl zu überprüfen, ob die Bedingung weiterhin vorliegt ist, und bei Nichtvorliegen der Bedingung die Sperrung aufzuheben.
- 10 10. Abschnitt nach einem der Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er Teil eines SDH-Fernmeldenetzes ist.
- 15 11. Abschnitt nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Zahl der Kanäle einer Schnittstellenschaltung (6-1, ... 7-4) vor dem Aufrüsten 16 und nach dem Aufrüsten 64 beträgt.
- 20 12. Verfahren zum Aufrüsten eines Abschnitts eines Fernmeldenetzes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Schritte:
- 25 a) Freimachen einer Datenleitung (4) der Gruppe von Nutzdatenverkehr;
- b) Herstellen der externen Bedingung;
- 30 c) Austauschen der an die von Nutzdatenverkehr freie Leitung angeschlossenen Schnittstellenschaltungen (6-1, 7-1; 13, 14, 23, 24);

so oft wiederholt werden, bis alle mit Daten-
leitungen (3, 4) der Gruppe verbundenen
Schnittstellenschaltungen (6-1, 6-2, 7-1, 7-2;
13, 14, 23, 24) ausgetauscht sind, und die ex-
terne Bedingung wieder aufgehoben wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, bei welchem die
äußere Bedingung eine Diskrepanz zwischen der
in dem Konfigurationsdatensatz eingetragenen
Kanalzahl einer Schnittstellenschaltung und
deren tatsächlicher Kanalzahl ist.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekenn-
zeichnet, dass die externe Bedingung herge-
stellt wird durch Eintragen einer von der Ka-
nalzahl einer vorhandenen Schnittstellenschal-
tung abweichenden Kanalzahl in den Konfigura-
tionsdatensatz und aufgehoben wird durch Er-
setzen der Schnittstellenschaltung (6-1, 6-2;
13, 14, 23, 24) durch eine neue (6-1', 6-2';
13', 14', 23', 24') und Veranlassen der Steu-
erschaltung (10), die eingetragene Kanalzahl
mit der Kanalzahl der neuen Schnittstellen-
schaltung (6-1', 6-2'; 13', 14', 23', 24') zu
vergleichen.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass vor Durchführung
der Schritte a) bis c) die wenigstens eine
Vermittlungsmatrix (8, 9) wenigstens eines der
Knoten (1, 2) aufgerüstet wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekenn-
zeichnet, dass der Knoten (1, 2) wenigstens

zwei Vermittlungsmatrizen (8, 9) aufweist, und dass jeweils vor dem Austausch einer dieser Vermittlungsmatrizen diese als Vermittlungsmatrix für die Redundanzexemplare festgelegt wird.

5

17. Verfahren zum Aufrüsten einer Region eines Fernmeldenetzes, wobei die Region eine Vielzahl von durch Gruppen von bidirektionalen Datenleitungen zu einem Ring verbundenen Knoten umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16 für jeden durch zwei Knoten des Rings und eine die Knoten verbindende Gruppe von Datenleitungen gebildeten Abschnitt durchgeführt wird.

10

15

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass vor Durchführung der in Anspruch 11 definierten Schritte von einem Betriebsmodus, bei dem die Nutzexemplare und die Redundanzexemplare der Informationseinheiten in verschiedenen Richtungen auf dem Ring übertragen werden, in einen Modus umgeschaltet wird, in dem die Nutz- und Redundanzexemplare in gleicher Richtung umlaufen, und dass nach diesen Schritten wieder auf den Modus mit Übertragung der mehreren Nutz- und Redundanzexemplare in verschiedenen Richtungen umgeschaltet wird.

20

25

30

G. 81658

Zusammenfassung

5

10 Zum Aufrüsten eines zwei Knoten (1, 2) umfassenden
Abschnitts eines Fernmeldenetzes wird unter den die
Knoten verbindenden Datenleitungen (3, 4) eine (4)
als Träger von Redundanzexemplaren von zu übertra-
genden Informationseinheiten ausgewählt. Eine ex-
terne Bedingung wird hergestellt, die von einer
Steuereinheit eines Knotens erkannt wird und die
dazu führt, dass die Steuereinheit Änderungen über
die Leitung (4) laufenden Verbindungen sperrt. In
15 diesem Zustand werden an die an die ausgewählte
Leitung (4) angeschlossenen Schnittstellenschaltun-
gen (14, 24) der Knoten (1, 2) durch leistungsfähi-
gere (14', 24') ersetzt und die Bedingung wieder
aufgehoben. Das Verfahren wird an der anderen Da-
20 tenleitung (3) wiederholt.

(Figur 6)

Fig. 1

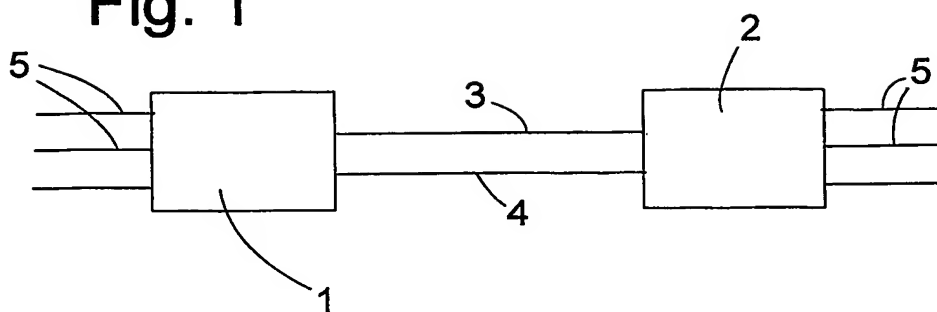


Fig. 2

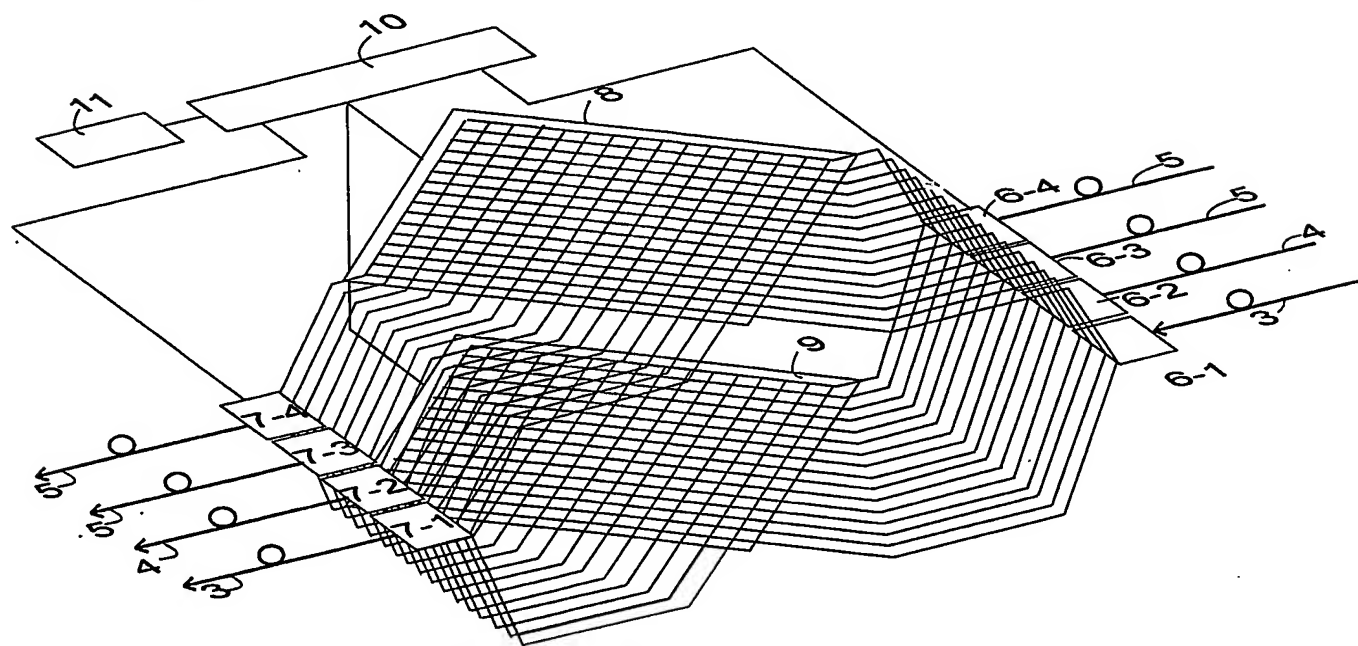


Fig. 3

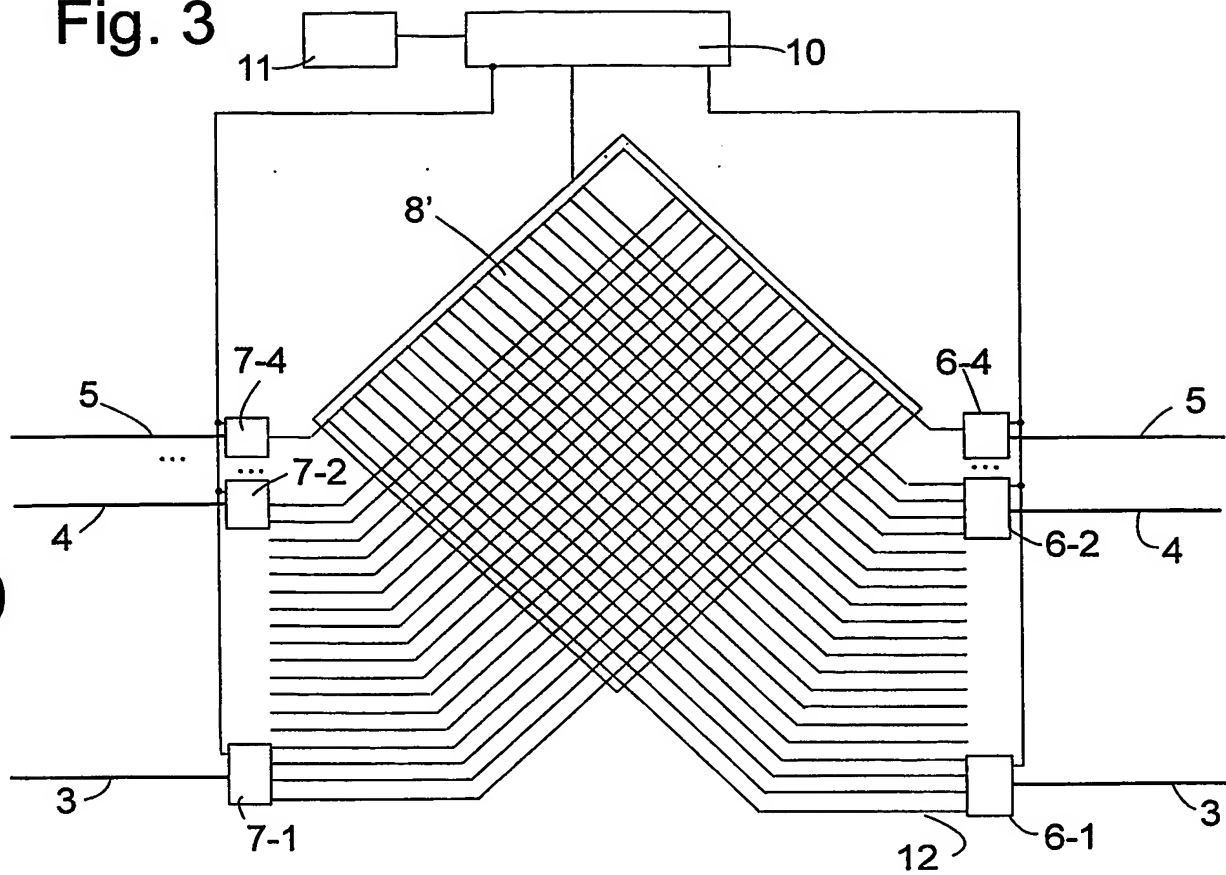


Fig. 4

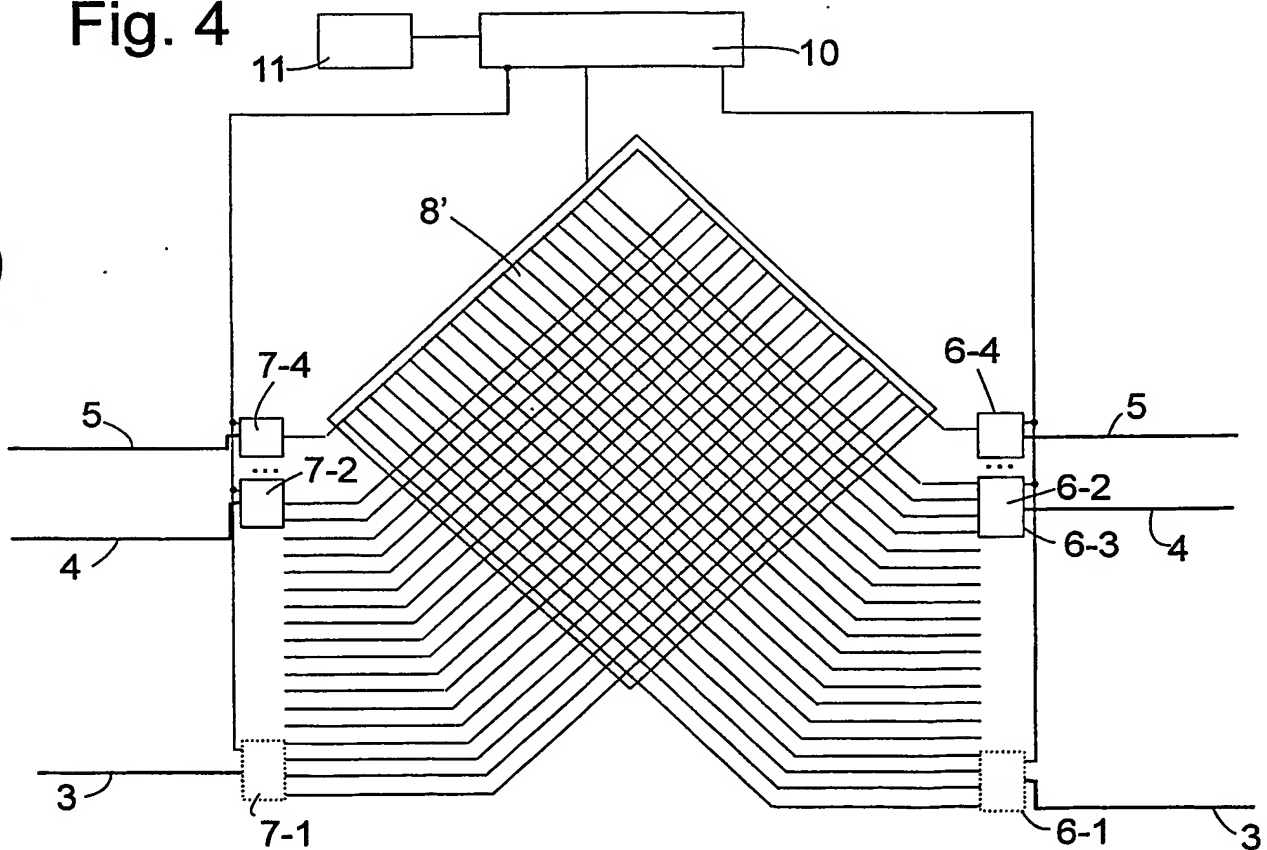


Fig. 5

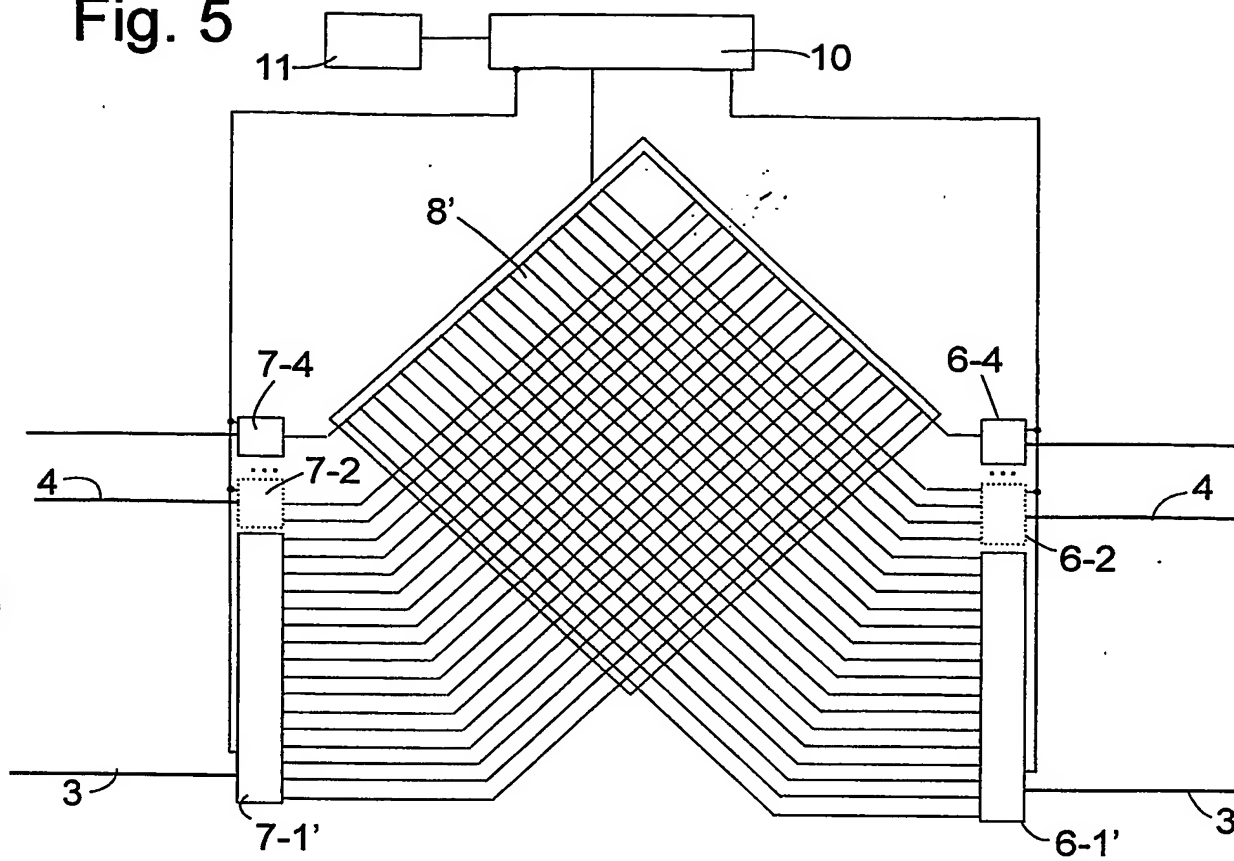


Fig. 6

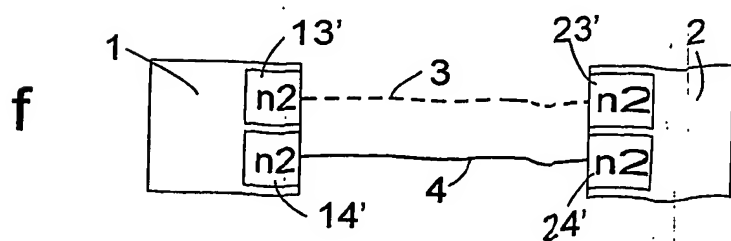
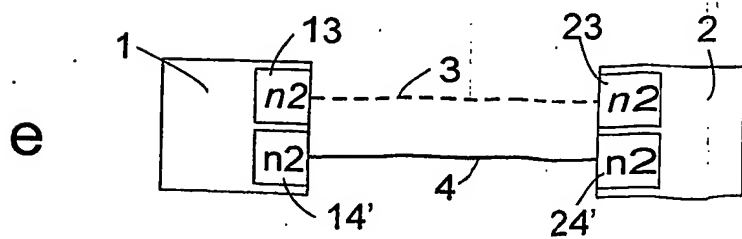
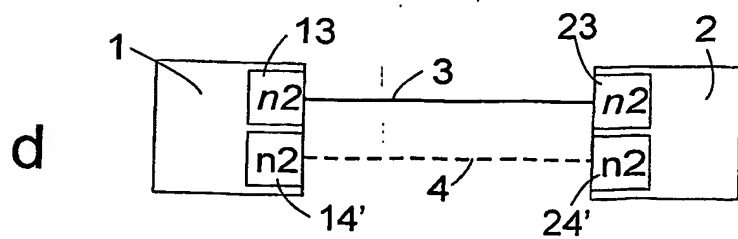
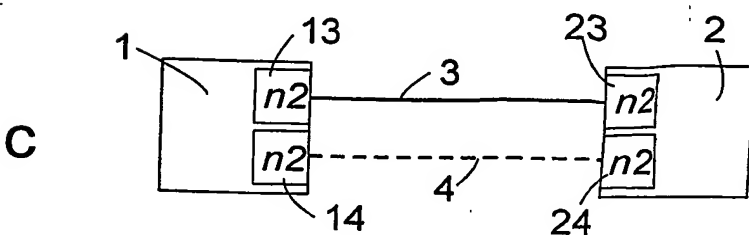
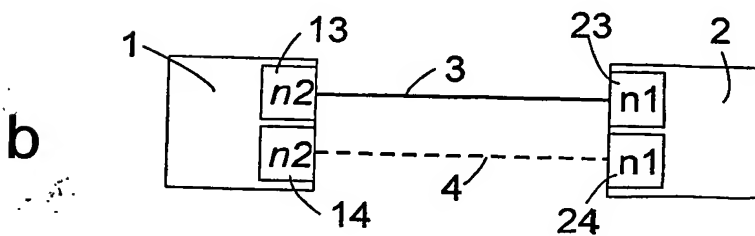
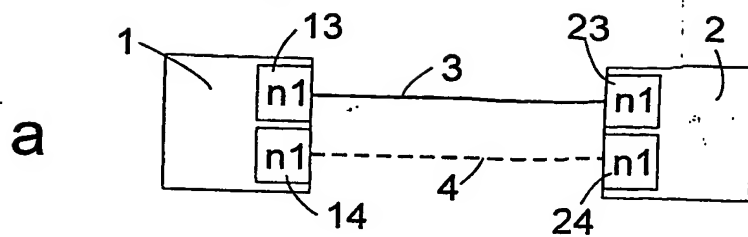


Fig. 7

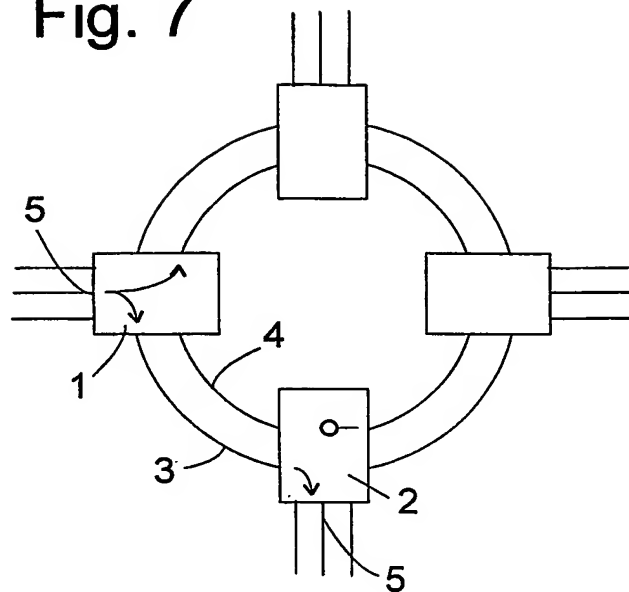
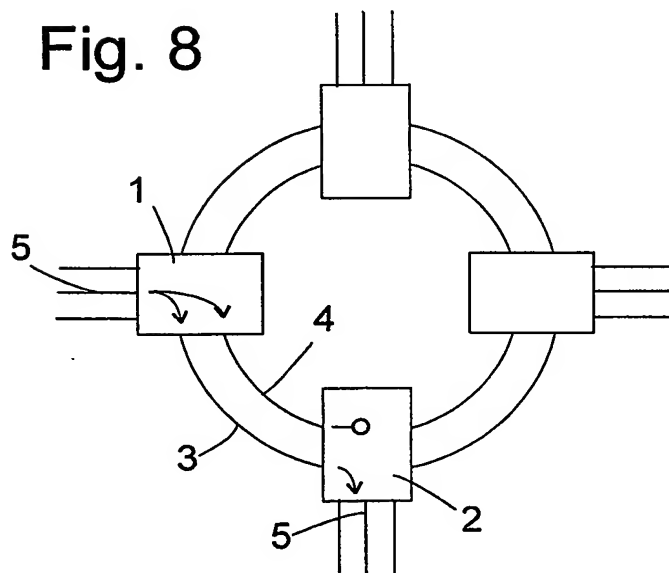


Fig. 8



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.